

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **02269458 A**(43) Date of publication of application: **02 . 11 . 90**

(51) Int. Cl.

H02K 37/04(21) Application number: **01063846**(22) Date of filing: **17 . 03 . 89**(30) Priority: **19 . 12 . 88 JP 63318646**(71) Applicant: **JAPAN SERVO CO LTD**(72) Inventor: **ISOZAKI KOKI**(54) **PERMANENT MAGNET TYPE STEPPING MOTOR**

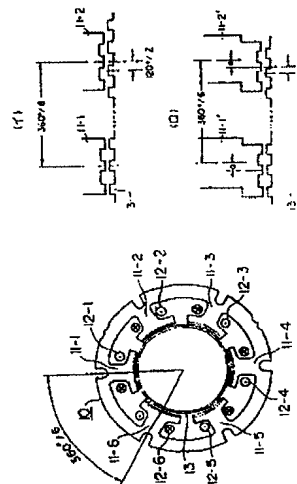
can be simplified.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

PURPOSE: To simplify the construction of a driving circuit by a method wherein an angle of the center line of each stator pole to the center line of a pole tooth near to it out of pole teeth of a rotor pole opposite to said pole and an angle of an adjacent stator pole to the rotor pole are formed under specified conditions.

CONSTITUTION: A stator 10 is provided with six magnetic poles 11-1 to 11-6 and these poles are provided at an equal pitch. Pole teeth of the same pitch with that of pole teeth of a rotor pole 13 are provided in the fore ends of the magnetic poles 11-1 to 11-6 respectively, while an angle α formed by the center line in each stator pole and the center line of the pole tooth near to it out of the pole teeth of the rotor pole 13 opposite to the pole is set to be $0 \leq \alpha < 360^\circ/Z$. Besides, an angle θ_r formed by an adjacent stator pole and the rotor pole 13 is set to be $\theta_r = 120^\circ/Z$. By changing a winding method of stator windings 12-1 to 12-6 under the conditions specified in this way, systems of driving by three lead wires, bipolar driving by six lead wires and unipolar driving by nine lead wires can be effected and the construction of a driving circuit



⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報(A) 平2-269458

⑬ Int. Cl.⁵
H 02 K 37/04

識別記号 庁内整理番号
5 0 1 E 7829-5H

⑭ 公開 平成2年(1990)11月2日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 永久磁石形ステッピングモータ

⑯ 特 願 平1-63846

⑰ 出 願 平1(1989)3月17日

優先権主張 ⑱ 昭63(1988)12月19日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-318646

㉑ 発 明 者 磯 崎 弘 毅 群馬県桐生市相生町3-93 日本サーボ株式会社桐生工場内

㉒ 出 願 人 日本サーボ株式会社 東京都千代田区神田美土代町7

㉓ 代 理 人 弁理士 斎藤 春弥 外1名

明 細 書

発明の名称

永久磁石形ステッピングモータ

特許請求の範囲

1. 当該固定子の内周に、放射状に複数個の磁極を形成し、各磁極の先端には複数個の極歯をそれぞれ等ピッチで形成し、各磁極には各々180度ずれた磁極が同極となるようにそれぞれ巻線を巻いて成る固定子と；この固定子の内方に空隙を隔てて同心的に配置され、上記固定子の極歯と等ピッチで相互に1/2ピッチずらした極歯ピッチとなる極歯を全周に形成した2個の回転子磁極と、この回転子磁極によって挟持された軸方向に着磁された永久磁石とより成る回転子とを備えた永久磁石形ステッピングモータにおいて、次の構成を備えたことを特徴とする永久磁石形ステッピングモータ。

(イ) 固定子の磁極を6極とし、これを等ピッチに設ける。

(ロ) 固定子の各磁極の先端には、回転子磁極の

極歯と同ピッチの極歯を形成すると共に、各固定子磁極における中心線とこれに対向する回転子磁極の極歯のうち最も近い極歯の中心線となす角(ずれ角)を α としたとき、 $0 \leq \alpha < 360^\circ / Z$ となるようにする。

なお、Zは回転子磁極の極歯数である。

(ハ) 隣接する固定子磁極と回転子磁極とのなす角 θ_s を $\theta_s = 120^\circ / Z$

また、回転子磁極の極歯数を $Z = 6n \pm 4$

(但し、nは正の整数)とする。

(ニ) 3本または6本または7本あるいは9本のリード線で動作させる。

2. 6極の固定子磁極を左右対称となるように配置し、 $\alpha = 0$ となるように構成した請求項1記載の永久磁石形ステッピングモータ。

発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明はプリンタ、高速FAX、PPC用複写機等のOA機器用として好適な永久磁石形(ハイブリット形)ステッピングモータを提供すること

を目的とする。

〔従来の技術〕

従来の永久磁石形ステッピングモータとしては、2相形のものが主流を占めており、その構造は、第6図に示すように構成されていた。

同図において、1は固定子ハウジング、2は固定子鉄心で、これは磁極 2-1~2-8 を構成している。

2-10は各磁極の内周に形成された極歯である。

3は固定子巻線で、前記各磁極に 3-1~3-8 で示すように巻かれている。

これら固定子鉄心2、固定子巻線3で固定子Sが構成されている。

4、4'はエンドブラケット、5、5'は軸受である。

6は回転子軸、7、8はそれぞれ回転子磁極、7-10と 8-10はそれぞれ上記回転子磁極7、8の外周に形成された極歯、9は永久磁石で、これら6~9で回転子Rが構成される。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明は従来のものの上記課題(問題点)を解決するようにした永久磁石形ステッピングモータを提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、当該固定子の内周に、放射状に複数個の磁極を形成し、各磁極の先端には複数個の極歯をそれぞれ等ピッチで形成し、各磁極には各々180度ずれた磁極が同極となるようにそれぞれ巻線を巻いて成る固定子と；この固定子の内方に空隙を隔てて同心的に配置され、上記固定子の極歯と等ピッチで相互に1/2ピッチずらした極歯ピッチとなる極歯を全周に形成した2個の回転子磁極と、この回転子磁極によって挟持された軸方向に着磁された永久磁石とより成る回転子とを備えた永久磁石形ステッピングモータにおいて、次の構成を備えた永久磁石形ステッピングモータに関するものである。

(イ) 固定子の磁極を6極とし、これを等ピッチに設ける。

(ロ) 固定子の各磁極の先端には、回転子磁極の

ところで、従来の2相の永久磁石形ステッピングモータでは、次の問題点があった。

①リード線の本数は4本が限度であるのに、駆動回路に使用するトランジスタは、最低8個は必要とする。

②トルクリップルが大きいため、振動が大きい。

③低コスト用として4極のモータがあるが、高精度用として最低8極のモータとする必要がある。

④微小角とするためには、回転子磁極に100以上の多数の極歯を形成せねばならず、工作上の問題があった。

このため、5相の永久磁石形ステッピングモータも登場しているが、これは次の問題点があった。

①リード線は5本が限度であるのに、駆動回路に要するトランジスタは、最低10個必要である。

②磁極は、最低10極必要であり、2相モータに比較し、コスト高となる問題がある。

③微小角を得るため固定子は点対称となっており、回転複みができず、コア抜き型誤差を吸収することが困難である。

極歯と同ピッチの極歯を形成すると共に、各固定子磁極における中心線とこれに対向する回転子磁極の極歯の内、最も近い極歯の中心線となす角(ずれ角)を α としたとき、 $0 \leq \alpha < 360^\circ / Z$ となるようにする。

なお、Zは回転子磁極の極歯数である。

(ハ)隣接する固定子磁極と回転子磁極とのなす角 θ を $\theta = 120^\circ / Z$

また、回転子磁極の極歯数を $Z = 8n \pm 4$

(但し、nは正の整数)とする。

(ニ)3本または6本または7本あるいは9本のリード線で動作させる。

さらに、6極の固定子磁極を左右対称となるように配置し、 $\alpha = 0$ となるように構成した永久磁石形ステッピングモータにしても良い。

〔実施例〕

以下第1図~第5図に示す2つの実施例について本発明を具体的に説明する。

第1図は本発明の第1の実施例であるステッピングモータの固定子側の構造を示す縦断側面図で

ある。

同図において、10は固定子で、これは6極の固定子磁極11-1～11-6と、これら磁極にそれぞれ各磁極は各々180度ずれた磁極が同極となるよう巻かれた巻線12-1～12-6が設けられている。

この場合、固定子10は所要枚数の固定子鉄心をその極歯ピッチが重なるよう同一方向に積層して構成するのが通例である。

なお、回転子は、従来のものと同様、外周に極歯を備えた磁極の間にN、Sに着磁した永久磁石を挟着しており、2個の磁極の極歯のピッチは1/2ずらしてある。

ところで、本発明のステッピングモータは、その基本原理からいえば次の条件を満足するように、回転子磁極の極歯数Zほかの構成を定めているものである。即ち、

- (イ) 固定子の磁極を6極とし、これを等ピッチに設ける。
- (ロ) 固定子の各磁極の先端には、回転子磁極の極歯と同ピッチの極歯を形成すると共に、

11-1'、11-2'と回転子磁極1,3との関係を展開図で示したのが、第2図(ロ)である。

このように構成した場合の回転子極歯数をZ、隣接する回転子磁極の極歯間ピッチ角 θ_r とするとき、ステップ角 θ_s は3相のモータであるため $\theta_s = \theta_r / 6$ となる。

これら、Z、 θ_r 、 θ_s はZのパラメータであるnの値によって第3図に示す図表のように設定される。

[作用]

本発明のステッピングモータにおいて、第5図(ロ)に示すように3本の外部リード線を介してY接続された固定子巻線12-1～12-6に対して第4図(イ)に示すような励磁シーケンスを与え、第4図(ロ)のように①～⑥で示すように電力を順次シフトして供給した場合、各巻線12-1～12-6は第5図(イ)に示すように磁極の移動が行われ、本発明のステッピングモータは前記した条件式で決まるステップ角 θ_s でステップ駆動される。なお、11-1～11-6は各巻線12-1～12-6が巻かれ

各固定子磁極における中心線とこれに対向する回転子磁極の極歯のうち最も近い極歯の中心線となす角(ずれ角)を α としたとき、 $0 \leq \alpha < 360^\circ / Z$ (1)

となるようにする。(第2図(ロ)参照)

- (ハ) 隣接する固定子磁極と回転子磁極とのなす角 θ_s を $\theta_s = 120^\circ / Z$ (2)

また、回転子磁極の極歯数を

$$Z = 6n \pm 4 \quad (3)$$

(但し、nは正の整数)とする。

- (ニ) 3本または6本または7本あるいは9本のリード線で動作させる。

これに対し、6極の固定子磁極を左右対称となるように配置し、 $\alpha = 0$ となるように構成した永久磁石形ステッピングモータが、第1図に示した第1の実施例であり、固定子磁極11-1、11-2と回転子磁極1,3との関係を展開図として第2図(イ)に示してある。

これに対し、前述の一般式(1)で表せるようなずれ角 α を有するように構成した固定子磁極11

る固定子磁極を示す。

また、以下の説明は簡単のため、ずれ角 $\alpha = 0$ となる本発明の第1の実施例の場合で説明するが、第2の実施例のようにずれ角 α が生ずる場合でもその動作は変わらない。

同様にして、第5図(ハ)に示すように巻線方法としてモノファイラ(ユニファイラ)巻きを採用し、6本のリード線にバイポーラ駆動した場合および同図(ニ)に示すように巻線方法としてバイファイラ巻きにし、9本のリード線でユニポーラ駆動する場合(センタータップをすべて共通にした場合には7本のリード線でも良い)でも前記した条件式で決まるステップ角 θ_s でステップ駆動される。

従って、本発明の永久磁石形ステッピングモータは巻線方法を変えることにより、3本のリード線による駆動のほかに、6本のリード線によるバイポーラ駆動、9本のリード線(前記場合には7本のリード線)によるユニポーラ駆動の大別3種類の駆動方式が可能である。

第3図の図表から、たとえば、 n を16とした場合、回転子磁極の極歯数を100としても、 0.8 度のステップ角となり、2相モータでは極歯数を150にしないと、 0.8 度のステップ角とならない点を考慮すると、本発明のステッピングモータは微小角を得易いモータであることが分かる。

〔発明の効果〕

本発明の永久磁石形ステッピングモータは、上記のように、特定の条件を充足するように構成し、次のような優れた効果を有するもので、プリンタ、高速FAX、PPC複写機等の高精度を要する各種OA機器用として有用である。

- ①従来の2相モータではリード線を4本、駆動回路のトランジスタは8個必要とし、又5相モータではリード線は5本、上記トランジスタを10個必要としたのに対し、本発明のものでは3相により駆動できるため、その場合はリード線3本、トランジスタも6個で済むため駆動回路の構成が大巾に簡単化でき、安価とできる。
- ②従来のものは、磁極数も2相のものでは8極、

5相のものでは10極とする必要があったが、本発明のものでは6極で済み、この点でも構造が簡単となり、製作工程が簡略化、小型化できる。

- ③トルクリップルは、従来の2相モータに比べ、 $1/2$ となり振動が改善できる。

- ④固定子磁極を左右対称に配置するようにし、回転積みを行う際に、コア抜き型で生じる誤差を吸収できる構造としたため、位置精度が大幅に増大できる。

図面の簡単な説明

第1図～第5図は本発明の2つの実施例を示すもので、その内第1図はその第1の実施例となる固定子の平面図、第2図(イ)及び(ロ)はそれぞれ本発明の第1及び第2の実施例に当たる固定子磁極と回転子磁極の関係を示す展開図、第3図は本発明の極歯数2、ステップ角 α 等の関係を示す図表、第4図(イ)は固定子巻線の励磁のシーケンスを示す波形図、第4図(ロ)は固定子巻線に供給する3相励磁電力の切り換えを示す接続

図、第5図(イ)はそのように切り換える場合の各固定子巻線の磁極の推移を示す図表、第5図(ロ)は3本のリード線による場合の接続図、同図(ハ)は6本のリード線による場合の接続図、同図(ニ)は9本のリード線による場合の接続図である。

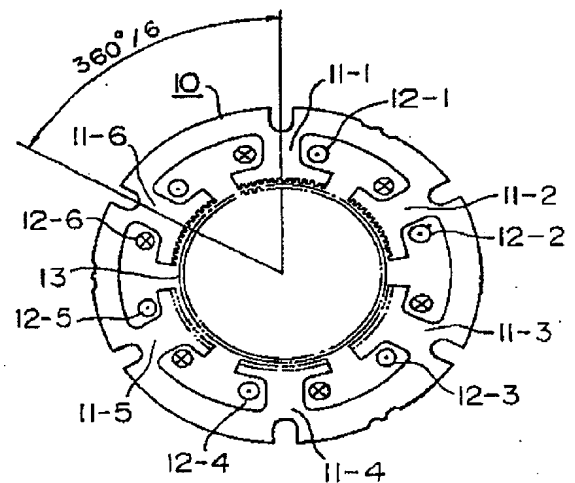
又、第6図は従来例を示すもので、同図(イ)は縦断正面図、同図(ロ)は(イ)におけるA-A'断面図である。

- | | | |
|-----------|---|-------|
| 10 | : | 固定子 |
| 11-1~11-6 | : | 固定子磁極 |
| 12-1~12-6 | : | 固定子巻線 |
| 13 | : | 回転子磁極 |
| α | : | ずれ角 |

出願人
代理人

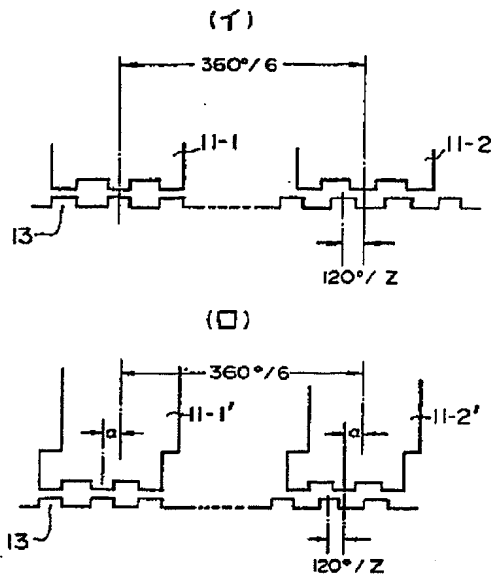
日本サーボ株式会社
弁理士 斎藤泰彦
ほか1名

第1図



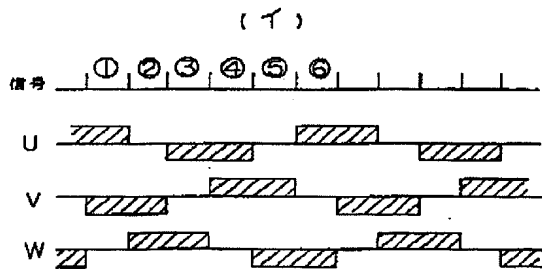
- | | | |
|-----------|---|-------|
| 10 | : | 固定子 |
| 11-1~11-6 | : | 固定子磁極 |
| 12-1~12-6 | : | 固定子巻線 |
| 13 | : | 回転子 |

第 2 図



*: りれ角

第 4 図



第 3 図

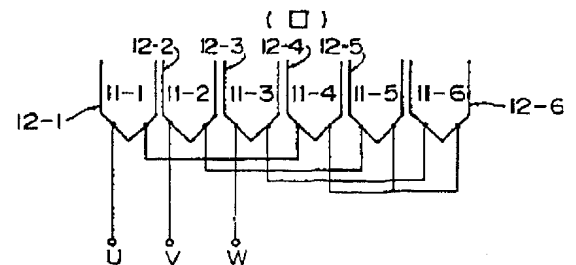
n	Z = 6n - 4 の場合			Z = 6n + 4 の場合		
	Z	Qp	Qs	Z	Qp	Qs
1	2	180°	30°	10	36°	6°
2	8	45°	7.5°	16	22.5°	3.75°
3	14	25.7142°	4.285°	22	16.3663°	2.727°
4	20	18°	3.0°	28	12.857°	2.142°
5	26	13.846°	2.3076°	34	10.588°	1.764°
6	32	11.25°	1.875°	40	9°	1.5°
7	38	9.4736°	1.5789°	46	7.826°	1.304°
8	44	8.1818°	1.3636°	52	6.923°	1.1538°
9	50	7.2°	1.2°	58	6.206°	1.034°
10	56	6.4285°	1.0714°	64	5.625°	0.9375°
11	62	5.806°	0.9676°	70	5.1428°	0.8571°
12	68	5.294°	0.8823°	76	4.7368°	0.7894°
13	74	4.8648°	0.8108°	82	4.370°	0.7317°
14	80	4.5°	0.75°	88	4.0909°	0.6818°
15	86	4.186°	0.6976°	94	3.8297°	0.6382°
16	92	3.913°	0.6521°	100	3.6°	0.6°
17	100	3.6°	0.6°	108	3.333°	0.555°
18	108	3.333°	0.555°	116	3.077°	0.515°
19	116	3.077°	0.515°	124	2.83°	0.479°
20	124	2.83°	0.479°	132	2.593°	0.446°
21	132	2.593°	0.446°	140	2.364°	0.415°
22	140	2.364°	0.415°	148	2.143°	0.386°
23	148	2.143°	0.386°	156	1.929°	0.359°
24	156	1.929°	0.359°	164	1.722°	0.334°
25	164	1.722°	0.334°	172	1.522°	0.311°
26	172	1.522°	0.311°	180	1.329°	0.289°
27	180	1.329°	0.289°	188	1.143°	0.269°
28	188	1.143°	0.269°	196	0.963°	0.25°
29	196	0.963°	0.25°	204	0.789°	0.232°
30	204	0.789°	0.232°	212	0.622°	0.215°
31	212	0.622°	0.215°	220	0.462°	0.199°
32	220	0.462°	0.199°	228	0.309°	0.184°
33	228	0.309°	0.184°	236	0.163°	0.17°
34	236	0.163°	0.17°	244	0.024°	0.156°
35	244	0.024°	0.156°	252	0.000°	0.143°
36	252	0.000°	0.143°	260	0.000°	0.13°
37	260	0.000°	0.13°	268	0.000°	0.118°
38	268	0.000°	0.118°	276	0.000°	0.106°
39	276	0.000°	0.106°	284	0.000°	0.095°
40	284	0.000°	0.095°	292	0.000°	0.084°
41	292	0.000°	0.084°	300	0.000°	0.074°
42	300	0.000°	0.074°	308	0.000°	0.064°
43	308	0.000°	0.064°	316	0.000°	0.055°
44	316	0.000°	0.055°	324	0.000°	0.046°
45	324	0.000°	0.046°	332	0.000°	0.037°
46	332	0.000°	0.037°	340	0.000°	0.028°
47	340	0.000°	0.028°	348	0.000°	0.019°
48	348	0.000°	0.019°	356	0.000°	0.01°
49	356	0.000°	0.01°	364	0.000°	0.001°
50	364	0.000°	0.001°	372	0.000°	0.000°

第 5 図

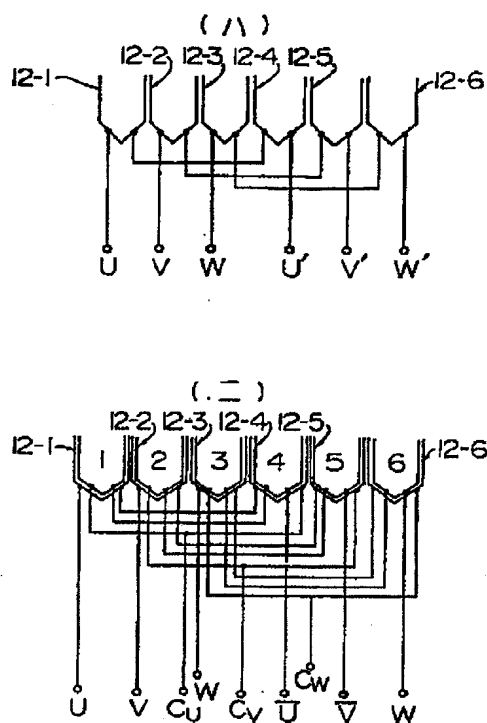
(イ)

ステップ	電流の方向	11-1	11-2	11-3	11-4	11-5	11-6
⑤	V → W	N	S	N	S	N	S
④	V → U	S	N	S	N	S	N
③	W → U	S	N	S	N	S	N
②	W → V	S	N	S	N	S	N
①	U → V	N	S	N	S	N	S

図 様 (突 極)



第 5 圖



第 6 圖

